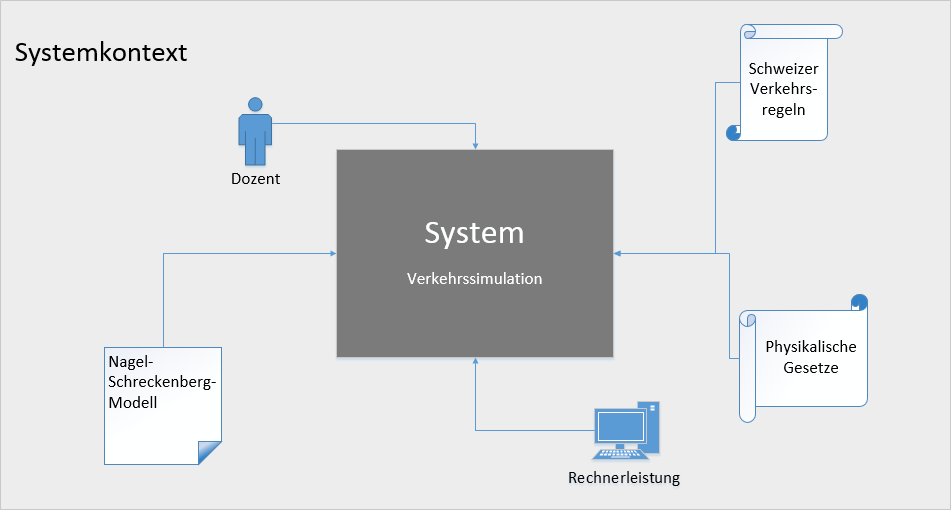
Verkehrssimulation

**Hauptziel**

**Das Ziel dieses Projekts ist es, eine Möglichkeit zu bieten, die Entstehung von Verkehrsstaus auf der Schweizer Autobahn zu analysieren, indem die hauptverantwortlichen Faktoren identifiziert werden und somit Lösungsansätze für aktuelle Problemabschnitte (wie der Gubrischttunnel oder das Limmattalerkreuz) aufzuzeigen.**



**Teilziele:**

1. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 ein neuer Algorithmus entsteht, der den Verkehr auf mehrspurigen Autobahnen und unter Berücksichtigung der Schweizer Verkehrsregeln realitätsnahe, aber unfallfrei simuliert.
2. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 das Programm die Möglichkeit bietet Verkehrsabschnitte der Schweizer Autobahn im Simulationsmodell nachzubilden.
3. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 der Verkehr mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen sowie mit verschiedenen Lenkerstereotypen, welche sich in ihren Eigenschaften und Verhalten unterscheiden, simuliert wird.
4. Teilziel ist, dass nach Beendigung des Projektes 1 mit der Simulation Messwerte erfasst werden können, namentlich Verkehrsdichte oder Verkehrsfluss. Damit die Simulation nicht nur visuell, sondern auch anhand dieser Messwerte ausgewertet werden kann.

Legende

P=Priorität

V= Variabilität

K= Komplexität

R= Risiko

Hoher Zahlenwert = Hohe Ausprägung

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.** | | **Kurzbezeichnung** | **Status** | **P** | **V** | **K** | **R** | **Quelle** | **Datum** | **Ziele** |
| 1 |  | Simulationsalgorithmus erstellen |  | | | | | | | |
|  | 1.1 | Unfallfreies Fahren innerhalb einer Spur | geplant | 3 | 2 | 1 | 1 | *Annahme* |  | 1 |
| 1.2 | Richtiges Verhalten bei Spurwechsel | geplant | 3 | 3 | 3 | 3 | *Annahme* |  | 1 |
| 2 |  | Beschaffenheit der Strecke |  | | | | | | | |
|  | 2.1 | Einstellen der Streckenstruktur | geplant | 2 | 2 | 2 | 2 | *Annahme* |  | 2 |
| 2.2 | Verwalten von Spezialabschnitten | geplant | 2 | 3 | 3 | 3 | *Annahme* |  | 2 |

01.00.00.00 **Simulationsalgorithmus erstellen** **P** **V** **K** **R**

01.01.00.00 **Unfallfreies Fahren innerhalb einer Spur** **P** 3 **V** 2 **K** 1 **R** 1

Das System muss die Geschwindigkeiten der simulierten Fahrzeuge innerhalb einer Spur und unter Berücksichtigung des nächsten Fahrzeugs berechnen, damit keine Auffahrunfälle entstehen.

01.02.00.00 **Richtiges Verhalten bei Spurwechsel** **P** 3 **V** 3 **K** 3 **R** 3

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Spurwechsel durchgeführt werden soll. Anschliessend muss das System entscheiden, ob ein Spurwechsel möglich ist.

01.02.01.00 **Spurwechsel auf linke Spur** **P** 3 **V** 2 **K** 2 **R** 2

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Überholungsmanöver nötig und möglich ist. Das Fahrzeug soll nur ein Überholmanöver starten, wenn dadurch eine grössere Geschwindigkeit erreicht werden kann. Beim Überholmanöver muss darauf geachtet werden, dass genügend Platz vorhanden ist. Das heisst:

* Es hat auf der Überholspur eine Lücke in welches das überholende Fahrzeug passt, so dass auch der Mindestabstand nach vorne und hinten berücksichtigt wird.
* Es muss beim Überholen darauf geachtet werden, dass das Fahrzeug, welches sich nach dem Überholmanöver hinter dem überholenden Fahrzeug befindet, genügend Platz hat, um seine Geschwindigkeit zu halten.

01.02.02.00 **Spurwechsel auf rechte Spur** **P** 3 **V** 2 **K** 2 **R** 2

Das System muss für jedes simulierte Fahrzeug entscheiden, ob ein Spurwechsel nach rechts nötig und möglich ist. Das Fahrzeug soll nur auf die rechte Spur wechseln, wenn es seine momentane Geschwindigkeit auch auf der rechten Spur für die nächsten zwei Schritte halten kann. Beim Spurwechsel muss darauf geachtet werden, dass genügend Platz vorhanden ist. Das heisst:

* Es hat auf der Überholspur eine Lücke in welches das spurwechselnde Fahrzeug passt, so dass auch der Mindestabstand nach vorne und hinten berücksichtigt wird.
* Es muss beim Überholen darauf geachtet werden, dass das Fahrzeug, welches sich nach dem Überholmanöver hinter dem spurwechselnden Fahrzeug befindet, genügend Platz hat, um seine Geschwindigkeit zu halten.

01.02.03.00 **Verhindern von Unfällen bei Spurwechselkonflikten** **P** 2 **V** 2 **K** 2 **R** 2

Das System muss Spurwechselkonflikte erkennen und Auflösen. Ein Spurwechselkonflikt entsteht dann, wenn zwei oder mehr Fahrzeuge gleichzeitig die Spur wechseln wollen und somit den gleichen Platz auf der Ziel-Spur einnehmen würden. Das System muss diese Konflikte so auflösen, dass Fahrzeuge, welche auf die rechte Spur wechseln, immer Vortritt haben und dass nach der Auflösung des Konflikts mindestens eines der beteiligten Fahrzeuge die Spur wechseln darf. Die übrigen Fahrzeuge behalten ihre jetzige Spur und fahren normal weiter.

02.00.00.00 **Beschaffenheit der Strecke** **P** **V** **K** **R**

02.01.00.00 **Einstellen der Streckenstruktur** **P** 2 **V** 2 **K** 2 **R** 2

Das System muss die Möglichkeit bieten die Struktur der simulierten Autobahnstrecke anzupassen. Folgende Elemente sollen verändert bzw. hinzugefügt werden können:

* Die Anzahl der Spuren muss eingestellt werden können
* Es müssen Ein- und Ausfahrten auf die Autobahn eingefügt werden können
* Es müssen Baustellen und sonstige Spurverengungen eingefügt werden können.

02.02.00.00 **Verwalten von Spezialabschnitten** **P** 2 **V** 3 **K** 3 **R** 3

Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte zu definieren. Mithilfe dieser Abschnitte müssen Eigenschaften wie maximal erlaubte Höchstgeschwindigkeit und Überholverbote auf einem gewünschten Bereich definiert werden können, welche nur für diesen Bereich gelten. Ausserdem müssen Abschnitte definiert werden können mit denen sich Verkehrsdichte und Verkehrsfluss auf diesem Abschnitt messen lassen.

02.02.01.00 **Spezialabschnitten für Streckeneigenschaften** **P** 2 **V** 2 **K** 1 **R** 2

Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte für maximal erlaubte Höchstgeschwindigkeiten und Überholverbote zu definieren. Diese Eigenschaften überschreiben auf dem definierten Bereich die Eigenschaften der Strecke, jedoch gibt die Strecke selbst immer die Obergrenze vor. D.h. die Höchstgeschwindigkeit kann nicht höher definiert werden, als die Höchstgeschwindigkeit der Strecke selbst.

02.02.02.00 **Spezialabschnitten für Messungen** **P** 2 **V** 2 **K** 1 **R** 2

Das System muss die Möglichkeit bieten auf der Strecke spezielle Abschnitte für die Erfassung der Verkehrsdichte oder des Verkehrsflusses zu definieren. Hierbei ist die Verkehrsdichte definiert als: „Anzahl der Fahrzeuge im Messbereich / Länge des Messbereichs“ und der Verkehrsfluss als: „Summe der Geschwindigkeiten aller Fahrzeuge im Messbereich / Länge des Messbereichs“. Diese beiden Messwerte werden pro Messbereich vom System berechnet und neben dem entsprechenden Messbereich in der Simulation ausgegeben.

Nichtfunktionale Anforderungen:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.** | | **Kurzbezeichnung** | **Status** | **P** | **V** | **K** | **R** | **Quelle** | **Datum** | **Ziele** |
| 3 |  | Beschränkungen des Simulationsalgorithmus |  | | | | | | | |
|  | 3.1 | Einhalten der Schweizer Verkehrsregeln | geplant | 3 | 1 | 2 | 2 | *Annahme* |  | 1 |
| 4 |  | Anforderungen an Simulation |  | | | | | | | |
|  | 4.1 | Simulation muss flüssig laufen | geplant | 3 | 1 | 1 | 1 | Annahme |  | 4 |

03.00.00.00 **Beschränkungen des Simulationsalgorithmus** **P** **V** **K** **R**

03.01.00.00 **Einhalten der Schweizer Verkehrsregeln** **P** 3 **V** 1 **K** 2 **R** 2

Das System muss bei der Berechnung der Simulation den Mindestabstand und das Rechtsüberholverbot gemäss den Schweizer Verkehrsregeln einhalten.

04.00.00.00 **Anforderungen an Simulation** **P** **V** **K** **R**

04.01.00.00 **Simulation muss flüssig laufen** **P** 3 **V** 1 **K** 2 **R** 2

Das System muss die Simulation auf einem Rechner mit Mindestanforderungen xy mit mindestens 30 Frames per Second darstellen können.

Randbedingungen:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nr.** | | **Kurzbezeichnung** | **Status** | **P** | **V** | **K** | **R** | **Quelle** | **Datum** | **Ziele** |
| 5 |  | Beschränkungen des Simulationsalgorithmus |  | | | | | | | |
|  | 5.1 | Muss auf Nagel-Schreckenberg-Modell aufbauen | geplant | 3 | 1 | 2 | 2 | *Annahme* |  | 1 |

05.00.00.00 **Beschränkungen des Simulationsalgorithmus** **P** **V** **K** **R**

05.01.00.00 **Muss auf Nagel-Schreckenberg-Modell aufbauen** **P** 3 **V** 1 **K** 2 **R** 2

Das System muss für die Simulation des Verkehrs einen Algorithmus verwenden, welcher auf dem Nagel-Schreckenberg-Modell aufbaut.

Funktionale Anforderungen aus Version 1:

Das System muss mehrspurigen Kraftfahrzeug-Verkehr auf Schweizer Autobahnen autonom simulieren.

Das System sollte dem Benutzer die Möglichkeit bieten verschiedene (3-5) Verkehrs-Situationen (wie Rush-Hour, Sonntagsverkehr, Baustelle, Spurverengung, Autobahnkreuz) zu simulieren.

Das System muss dem Benutzer die Möglichkeit bieten Messwerte (wie Verkehrsdichte, Verkehrsfluss, Autos pro Minute pro Kilometer, Durchschnittsgeschwindigkeit) auf dem Computer-Bildschirm lesbar auszugeben.

Das System sollte dem Benutzer die Möglichkeit bieten die Lauf-Geschwindigkeit der Simulation zu beeinflussen (diskret zwischen Schritt-für-Schritt zu 10-fache Geschwindigkeit).

**Glossar**

|  |  |
| --- | --- |
| Fahrzeug (-typ) | Motorfahrzeug nach Definition des Schweizer [Strassenverkehrsgestzes](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19580266/index.html), die auf Schweizer Autobahnen zulässig sind. |
| Lenkerstereotyp | Aus dem Volksmund bekannter Fahrzeuglenker-Typ wie Raser, notorischer Linksfahrer, Drängler, Sonntagsfahrer, etc. |
| Mindestabstand – Sicherheitsabstand | Gesetzlich festgelegter Abstand (Nach [SVG Art.34.4](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19580266/index.html#a34)) der zwischen Verkehrsteilnehmern einzuhalten ist. |
| Abschnitt (Problemabschnitt, Verkehrsabschnitt, Spezialabschnitt, Messabschnitt) | Als ein Abschnitt wird eine begrenzte Teilstrecke einer Autobahn bezeichnet. Ein Abschnitt kann sich sowohl auf die ganze Strecke (alle Spuren) beziehen oder nur auf eine einzelne Spur dieser Strecke und ist klar durch einen absolut definierten Anfangs und Endpunkt beschränkt. |
| Rechtsüberholverbot | Nach Gesetz darf nur link überholt werden. (Nach [SVG Art 35.1](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19580266/index.html#a35)) |
| Spurverengung | Reduktion der parallel befahrbaren Spuren um 1. |
| Spurwechsel | Das Überwechseln eines Fahrzeugs von einer Spur auf eine benachbarte |
| Stau | Ansammlung von Fahrzeugen in einer langen Reihe durch Behinderung oder stillstand des Verkehrs |
| Streckenstruktur | Als Streckenstruktur definieren wir den Gesamtaufbau der Strecke mit auftretenden Elementen wie Anzahl Spuren, Spurverengungen, Baustellen, Ein- und Ausfahrten. |
| SVG | [Schweizer Strassenverkehrsgesetz](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19580266/index.html) |
| Überholmanöver | Ein schnellerer Verkehrsteilnehmer überholt einen langsameren Verkehrsteilnehmer. Dazu wechselt der schnellere Verkehrsteilnehmer (parallel linke Spur) auf die Überholspur, passiert den langsameren Teilnehmer und schliesst das Manöver mit dem Zurückwechseln auf die ursprüngliche Spur ab. |
| Verkehrsdichte | Anzahl Verkehrsteilnehmer pro Streckenabschnitt. |
| Verkehrsfluss | Durchschnittliche Anzahl Verkehrsteilnehmer, die einen Streckenabschnitt passieren |